

SIFAT FISIKA DAN MORFOLOGI NANOKOMPOSIT ABS/PC DENGAN *FILLER NANO PRECIPITATED* CALCIUM CARBONATE (NPCC)

THE PHYSICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF ABS/PC NANOCOMPOSITES CONTAINING NANOFILLER NPCC

Dwi Wahini Nurhajati*, Ike Setyorini, Sugihartono
Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik, Yogyakarta
*E-mail: dwiwahini@yahoo.com

Diterima: 20 Februari 2014 Direvisi: 4 April 2014 Disetujui: 11 April 2014

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of blend ratios of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) and polycarbonate (PC) in the different amount of nanoprecipitated calcium carbonate (NPCC) on the physical properties of ABS/PC nanocomposites. Nanocomposites were prepared in varied ratio of ABS/PC 100/0; 90/10; 80/20; 70/30 and varied amount of NPCC 0; 2.5; and 5 phr (per hundred resin). Nanocomposites were made by melt compounding in the Laboplastomill internal mixer at 200°C for 10 minutes. The SEM micrographs showed homogeneous dispersion of the nanocomposite materials and did not show agglomeration of NPCC. The best nanocomposite was a nanocomposite containing the ABS/PC 90/10 with NPCC 2.5 phr performed with impact resistance 5030 J/m², tensile strength 380.14 kg/cm², elongation at break 3.59%, density 1.16 g/cm³, and hardness 85 Shore D.

Keywords: nanocomposites, ABS/PC, NPCC, physical properties, morphology

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbandingan plastik *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dan polikarbonat (PC) serta jumlah bahan pengisi *nanoprecipitated calcium carbonate* (NPCC) terhadap sifat fisika nanokomposit ABS/PC. Nanokomposit dibuat dengan variasi rasio ABS/PC yaitu 100/0; 90/10; 80/20; dan 70/30 serta variasi jumlah (NPCC) yaitu 0; 2,5; dan 5 phr (*per hundred resin*). Nanokomposit dibuat dengan menggunakan *Laboplastomill internal mixer* pada suhu 200°C dan waktu 10 menit. Hasil mikrograf SEM menunjukkan bahwa bahan penyusun nanokomposit tercampur homogen dan tidak terlihat NPCC teraglomerasi. Hasil penelitian terbaik adalah nanokomposit yang berisi ABS/PC = 90/10 dan 2,5 phr NPCC dengan hasil uji ketahanan pukul 5030 J/m², kuat tarik 380,14 kg/cm², perpanjangan putus 3,59%, densitas 1,16 g/cm³, dan kekerasan 85 Shore D.

Kata kunci: nanokomposit, ABS/PC, NPCC, sifat fisika, morfologi

PENDAHULUAN

Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) dan polikarbonat (PC) merupakan bahan termoplastik yang banyak digunakan di industri otomotif, komputer dan peralatan industri lainnya. ABS mempunyai keunggulan sifat mekanis dan ketahanan terhadap bahan kimia yang

baik, liat, keras, tahan korosi, mudah diproses dengan berbagai bentuk, dapat dielektroplating dan direkatkan, serta biaya proses murah meskipun memiliki sifat tahan pukul lebih rendah dari polikarbonat. PC merupakan bahan termoplastik yang mempunyai ketahanan pukul tertinggi, selain itu juga memiliki keunggulan

mudah dibentuk dengan menggunakan panas (*easily thermoformed*), ketahanan termal yang baik, tahan terhadap benturan, ringan, memiliki keseimbangan yang baik antara kekerasan, stabilitas dimensi dan transparansi secara optikal. Akan tetapi PC memiliki kelemahan yaitu cukup mudah tergores, ketahanan terhadap pelarut rendah, *processability* dan sensitifitas takikan kurang, serta harganya mahal. Jika ABS akan digunakan untuk membuat barang-barang plastik sebagai pengganti logam di industri otomotif maupun sepatu pengaman, diperlukan modifikasi untuk menaikkan sifat ketahanan pukulnya. Oleh karena itu, ABS perlu dicampur dengan bahan plastik yang mempunyai ketahanan pukul tinggi seperti PC. Kombinasi sifat terbaik dari ABS dan PC diharapkan menghasilkan campuran polipaduan ABS/PC yang dapat dikembangkan secara komersial.

Penelitian tentang campuran ABS/PC telah dilaporkan oleh Hassan and Jwu (2005) dimana pencampuran optimum pada perbandingan ABS/PC 40/60. Menurut penelitian Farzadfar and Khorasani (2011), penggunaan ABS-g-MAH sebagai *compatibilizer* sebanyak 20 phr pada proses pencampuran PC/ABS dapat menaikkan sifat kekuatan tarik dan ketahanan pukul. Penelitian tentang polipaduan PC/ABS dengan penggandeng *maleic anhydride-grafted polypropylene* (MAPP) dan resin epoksi telah dilakukan oleh Krache and Debbah (2011), dan Mahanta *et al.* (2012) yang menggunakan plastik PC dan ABS daur ulang dengan bahan penggandeng MAPP dimana hasilnya menunjukkan *tensile* modulus PC naik dengan bertambahnya ABS, namun ada penurunan ketahanan impak. Oleh karena itu, perlu ditambahkan *filler* yang dapat menaikkan beberapa sifat plastik misalnya *nanofiller*. Menurut Gupta and Bhattacharya (2008) penambahan *filler* dan *reinforcements* memegang peranan penting dalam industri polimer. Banyak jenis *filler* yang dapat ditambahkan kedalam polimer untuk dapat memperbaiki sifat mudah diproses dan sifat produk akhir seperti kekuatan tarik, *heat distortion temperatures*, *thermal conductivity*, *electrical conductivity*, dan *gas barrier*. Penambahan *filler* ukuran nano diharapkan lebih memperbaiki sifat mekanik, termal, dan *barrier*. Saat ini pengisi berukuran nano telah menjadi

pendekatan yang menarik untuk meningkatkan sifat polimer. Bahan komposit yang berisi pengisi berukuran nano disebut nanokomposit (Abubakar and Rosli, 2006). Salah satu *filler* berukuran nano yang banyak digunakan di industri plastik adalah *precipitated calcium carbonate* (PCC). Penggunaan CaCO_3 yang permukaannya telah dilapisi dengan *coupling agent* dapat memperbaiki kuat tarik dan kuat impak plastik HDPE telah dilaporkan oleh Phueakbuakhao *et al.* (2008). Pengaruh metode proses terhadap morfologi dan reologi dari nanokomposit PC/ CaCO_3 telah diteliti oleh Chao *et al.* (2009). Wang *et al.* (2008) telah mempelajari sifat-sifat nanokomposit dari CaCO_3 /ABS dan CaCO_3 /ethylene-vinyl acetate copolymer (EVA)/ABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel CaCO_3 dapat menaikkan *flexural modulus* dari nanokomposit CaCO_3 /EVA/ABS dan menjaga atau menaikkan ketahanan pukul impak pada kisaran jumlah tertentu dari nano- CaCO_3 yang ditambahkan.

Penggunaan *nanofiller precipitated calcium carbonate* (NPCC) pada campuran ABS/PC belum pernah diteliti. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh perbandingan plastik ABS dan PC serta jumlah bahan pengisi NPCC terhadap sifat fisis nanokomposit ABS/PC.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian terdiri atas resin ABS merek Chi Mei dari China, resin PC merek Chi Mei dari China, NPCC merek Shengke dengan spesifikasi NPCCA-602 bentuk partikel kubus, ukuran partikel rata-rata 60 nm, dan permukaannya sudah dicoating dengan *coupling agent*. Bahan aditif lain yang digunakan adalah aditif komersial maleat anhidrat (MA) sebagai *compatibilizer*, *dicumyl phthalate* (DCP) sebagai inisiator, serat gelas (*fiber glass*) sebagai penguat (*reinforcing filler*), anti oksidan, *heat stabilizer*, *impact modifier* merek Flexibilizer 4030, dan asam stearat.

Peralatan Penelitian

Alat proses yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Laboplastomill internal mixer* merek Toyoseiki dan *hydraulic press* merek

Gonno. Alat uji meliputi: *tensile strength tester* merek Troning Albert tipe QC II-M-18, *hardness tester* merek Toyoseiki (Durometer D), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merek JEOL.

Metode Penelitian

Pembuatan nanokomposit

Nanokomposit dibuat dengan bahan baku ABS dan PC. Pada penelitian ini digunakan perbandingan ABS/PC 100/0; 90/10; 80/20; dan 70/30. Selain itu juga digunakan *nanofiller* NPCC yang jumlahnya divariasi sebanyak 2,5 dan 5 phr (phr = per hundred resin). Sebagai kontrol juga dibuat komposit ABS/PC tanpa *nanofiller* NPCC. Bahan aditif lainnya ditambahkan dalam jumlah tetap. *Compatibilizer* yang digunakan adalah MA sebanyak 5 phr, DCP sebanyak 15% MA, *impact modifier* untuk ABS sebanyak 5% dari ABS, bahan pengisi serat gelas (*fiber glass*) sebanyak 20 phr, antioksidan 1 phr, asam stearat sebagai pelumas 3 phr, dan *heat stabilizer* 1 phr. Plastik ABS, PC, *nanofiller* dan aditif lainnya seperti formula yang ditetapkan dicampur dalam *Laboplastomil internal mixer* pada suhu 200°C dalam waktu total 10 menit, dengan torsi 60 rpm. Komposit yang diperoleh selanjutnya dibuat bentuk lembaran (*slab*) untuk sampel uji menggunakan alat *hydraulic press* pada suhu 200°C dalam waktu 10 menit.

Pengujian

Pengujian sifat fisika nanokomposit meliputi uji ketahanan pukul takik dengan metode ASTM D 256 (metode Izod), uji densitas dengan metode ASTM D792, uji kekuatan tarik dan kemuluran sesuai ASTM D 638, 1991. Sifat kekerasan diuji mengacu ASTM D2240. Homogenitas dispersi *nanofiller* NPCC di dalam komposit diamati melalui *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengamatan morfologi nanokomposit melalui SEM dilakukan menggunakan metode *secondary electron image* dengan perbesaran 3500x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

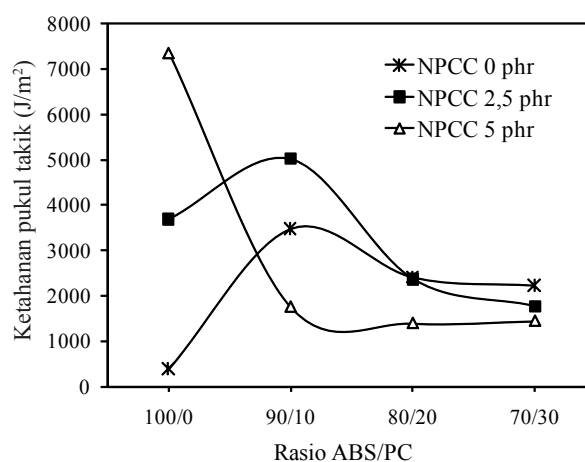
Sifat Fisis Nanokomposit ABS/PC dengan Filler NPCC

Hasil uji ketahanan pukul, uji kuat tarik, perpanjangan putus, densitas dan kekerasan, disajikan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5. Gambar 1 memperlihatkan bahwa peng-

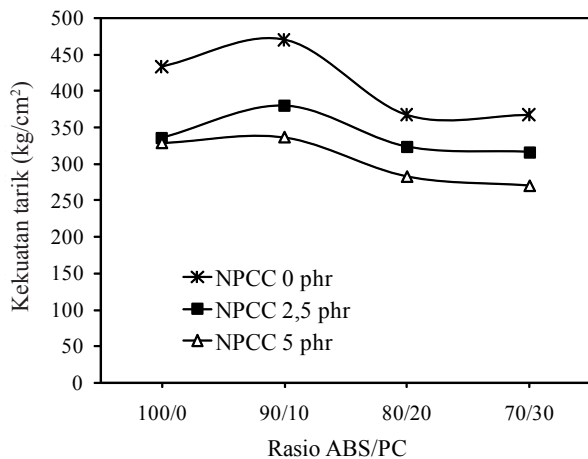
gunaan PC sampai dengan 10 phr tanpa *nanofiller* NPCC secara umum menaikkan ketahanan pukul komposit. Hal ini dikarenakan PC mempunyai nilai ketahanan pukul lebih tinggi dari ABS. Pada komposit yang hanya berisi ABS tanpa PC terlihat bahwa *nanofiller* NPCC memberi pengaruh yang positif artinya dengan penambahan NPCC menaikkan sifat ketahanan pukul. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Wang *et al.* (2008) menyatakan bahwa nanopartikel CaCO_3 pada kisaran jumlah tertentu dapat menjaga atau menaikkan ketahanan pukul dari nanokomposit $\text{CaCO}_3/\text{EVA}/\text{ABS}$. Penambahan NPCC untuk nanokomposit dengan ABS/PC lebih dari 90/10 menurunkan ketahanan pukul, ini diduga terjadinya penurunan interaksi dari NPCC dengan plastik ABS/PC akibat banyaknya bahan pengisi yang mengisi rongga kosong diantara polimer. Hal ini sejalan dengan pendapat Eiras and Pessan (2009) yang menyatakan bahwa adanya *nanofiller* CaCO_3 menaikkan ketahanan pukul nanokomposit polipropilen, namun semakin tinggi jumlah *nanofiller* CaCO_3 yang ditambahkan akan menurunkan ketahanan pukul.

Pada pencampuran ABS/PC, NPCC hanya mempunyai efek positif pada rasio ABS/PC 90/10 dengan jumlah NPCC 2,5 phr. Ketahanan pukul tertinggi (7.360 J/cm²) diperlihatkan oleh komposit yang berisi ABS 100 phr dan *nanofiller* 5 phr, sedangkan urutan kedua dengan nilai ketahanan pukul 5.030 J/cm² diberikan oleh komposit yang berisi ABS 90 phr, PC 10 phr dan *nanofiller* 2,5 phr.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa penam-



Gambar 1. Ketahanan pukul takik nanokomposit

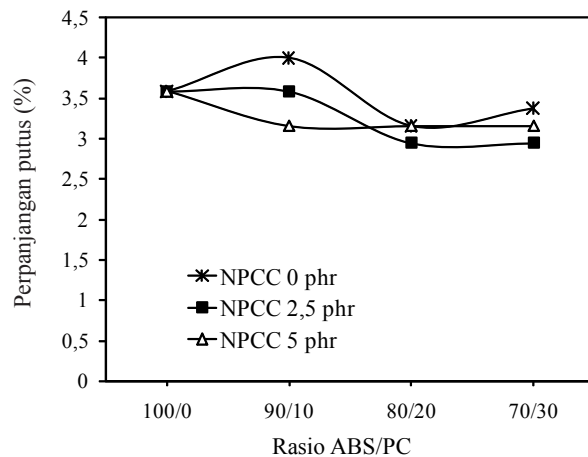


Gambar 2. Kuat tarik komposit

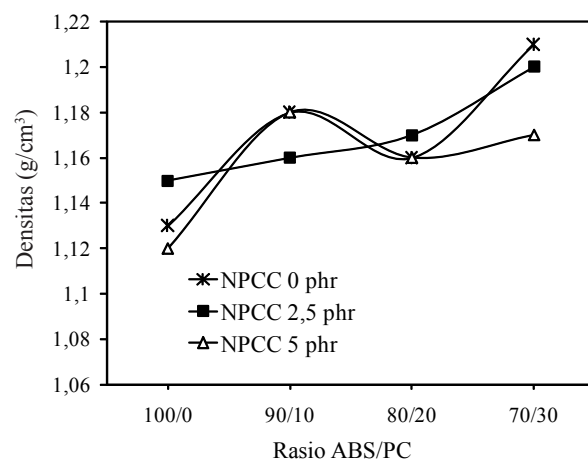
bahan *nanofiller* NPCC menurunkan kuat tarik, penambahan polikarbonat sampai 10 phr pada jumlah NPCC yang sama memberikan kuat tarik lebih tinggi. Sifat kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 471,09 kg/cm² diberikan oleh komposit yang mempunyai perbandingan ABS/PC=90/10 tanpa *nanofiller* NPCC, sedangkan di urutan kedua untuk komposit yang mempunyai perbandingan ABS/PC = 90/10, NPCC 2,5 phr dengan nilai kuat tarik 380,14 kg/cm². Dari Gambar 2 juga terlihat bahwa *nanofiller* NPCC tidak memberikan dampak positif pada sifat kuat tarik karena cenderung menurunkan sifat kuat tarik. Hal ini sama seperti yang dikemukakan oleh Wang *et al.* (2008) bahwa kuat tarik dari nanokomposit CaCO₃/EVA/ABS menurun dengan bertambahnya nanopartikel CaCO₃. Penurunan kekuatan tarik diduga karena melemahnya ikatan nanopartikel dengan matriksnya (Kemal *et al.*, 2009).

Nanofiller NPCC juga tidak memberikan efek positif terhadap sifat perpanjangan putus. Ini karena partikel *filler* semakin banyak yang mengisi rongga kosong antar molekul plastik sehingga menyebabkan mobilitas struktur plastik ABS/PC berkurang yang menyebabkan kemuluran juga berkurang. Keadaan tersebut menyebabkan penurunan gaya intermolekul antar rantai. Perpanjangan putus tertinggi sebesar 4,01% juga diberikan oleh komposit yang mempunyai perbandingan ABS/PC=90/10 tanpa *nanofiller* NPCC (Gambar 3). Penambahan PC lebih dari 10 phr juga cenderung menurunkan perpanjangan putus komposit.

Densitas suatu material berkaitan dengan



Gambar 3. Perpanjangan putus komposit



Gambar 4. Densitas nanokomposit

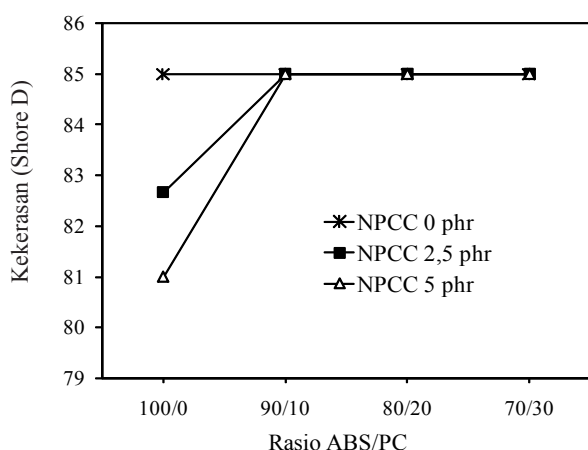
kerapatan partikelnya, dalam penelitian ini adalah kerapatan antara partikel *nanofiller* NPCC, plastik ABS/PC sebagai matriks nanokomposit, juga bahan aditif lain sebagai bahan penyusunnya. Gambar 4 memperlihatkan pengaruh NPCC terhadap densitas nanokomposit ABS/PC.

Penambahan PC secara umum menaikkan densitas nanokomposit karena sifat PC yang mempunyai densitas lebih tinggi dari ABS. Densitas nanokomposit hasil penelitian mempunyai kisaran antara 1,12-1,21 g/cm³.

Densitas tertinggi diberikan oleh komposit tanpa NPCC (kontrol) yang mempunyai kandungan ABS/PC 70/30. Densitas terendah diberikan oleh nanokomposit yang tidak berisi PC dengan kandungan NPCC 5 phr.

Dibandingkan dengan kontrol maka penambahan NPCC 2,5 phr menaikkan densitas sebesar 1,77% untuk nanokomposit yang hanya berisi ABS, 0,86% untuk nanokomposit dengan

kandungan ABS/PC 80/20, dan menurunkan densitas sebesar 1,7% untuk rasio ABS/PC 90/10, dan 0,83% untuk nanokomposit dengan ABS/PC 70/30. Penambahan NPCC 5 phr menurunkan densitas sebesar 0,88% untuk nanokomposit yang hanya berisi ABS, 3,306% untuk komposit dengan kandungan ABS/PC 70/30, dan tidak terjadi perubahan densitas untuk komposit dengan kandungan ABS/PC 90/10 dan ABS/PC 80/20. Densitas NPCC adalah $0,48 \text{ g/cm}^3$, ini berarti semakin banyak NPCC yang ditambahkan seharusnya densitas semakin menurun pada ukuran sampel uji yang sama. Data densitas nanokomposit hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 4 bervariasi seperti dijelaskan di atas. Namun berdasarkan analisis statistik, penambahan *nanofiller* NPCC 0; 2,5; dan 5 phr tidak berpengaruh nyata terhadap



Gambar 5. Kekerasan nanokomposit

densitas nanokomposit hasil penelitian ($p < 0,5$).

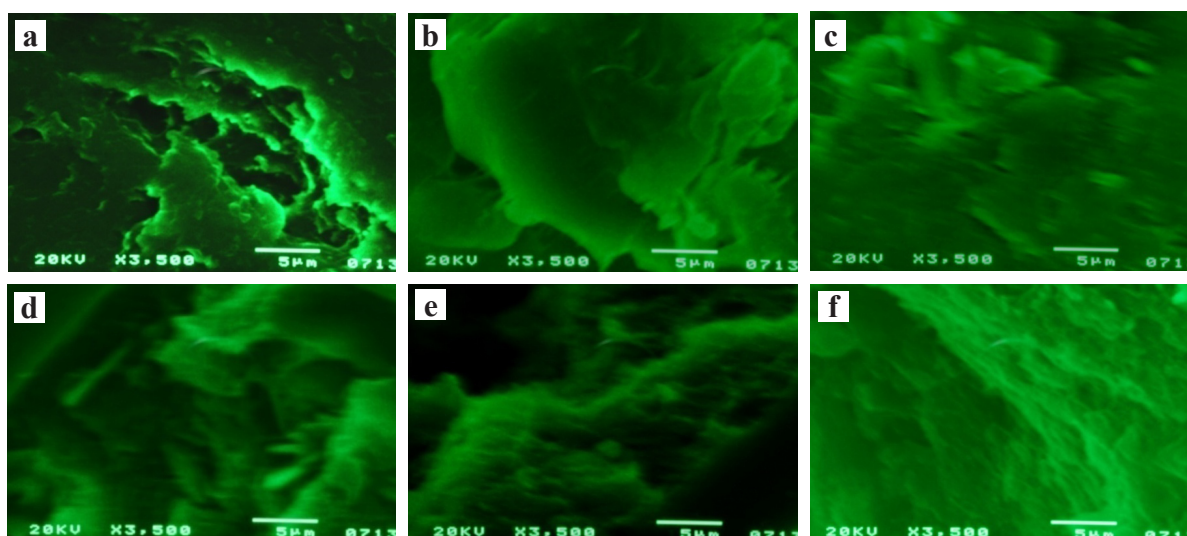
Gambar 5 memperlihatkan bahwa nanokomposit yang hanya berisi ABS, penambahan *nanofiller* NPCC menurunkan kekerasan, namun pada komposit yang berisi ABS/PC jumlah *nanofiller* NPCC yang ditambahkan sebanyak 2,5 dan 5 phr tidak mempengaruhi kekerasan nanokomposit pada berbagai perbandingan ABS/PC, dimana nilai kekerasan nanokomposit adalah 85 Shore D.

Morfologi Nanokomposit ABS/PC dengan Filler NPCC

Analisis SEM terhadap struktur mikro bahan komposit digunakan untuk memantau distribusi bahan pengisi, NPCC, dan aditif lain dalam matriks polipaduan ABS dan PC. Mikrograf SEM dari resin ABS, PC, dan komposit hasil penelitian disajikan pada Gambar 6. Morfologi campuran ABS/PC adalah kompleks dan tergantung pada komposisi, tipe ABS dan PC dan interaksi *interfacial*-nya. Gambar 5(c), 5(d), 5(e), dan 5(f) memperlihatkan bahwa bahan penyusun komposit tercampur homogen dan tidak terlihat NPCC teraglomerasi. Penambahan PC sampai 20 phr (Gambar 5(f)) juga memperlihatkan pencampuran yang homogen dimana PC terdispersi sebagai bercak didalam matriks ABS.

KESIMPULAN DAN SARAN

Komposit plastik hasil penelitian terbaik ditinjau dari sifat ketahanan pukul dan kuat tarik



Gambar 6. Mikrograf SEM dari: (a) ABS, (b) PC, (c) Komposit yang berisi ABS/PC/NPCC: 100/0/0, (d) Komposit yang berisi ABS/PC/NPCC: 100/0/5, (e) ABS/PC/NPCC: 90/10/5, (f) ABS/PC/NPCC: 80/20/5

adalah komposit yang berisi ABS/PC = 90/10 dengan *nanofiller* NPCC 2,5 phr dengan hasil uji kuat tarik 380,14 kg/cm², perpanjangan putus 3,59%, ketahanan pukul 5030 J/m², densitas 1,16 g/cm³, dan kekerasan 85 Shore D. Penambahan *nanofiller* NPCC tidak memberikan efek positif pada sifat kuat tarik, perpanjangan putus, densitas, dan kekerasan dari campuran ABS/PC, tetapi menaikkan sifat ketahan pukul campuran ABS/PC untuk penambahan sampai 2,5 phr. Uji morfologi dengan SEM memperlihatkan bahan penyusun komposit tercampur homogen dan tidak terlihat NPCC teraglomerasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik yang telah memberi kepercayaan untuk melakukan penelitian serta kepada Tim Pokja 1866.001.004.043 yang membantu selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, A. and Rosli, N. N. M., 2006. Effect of nano-precipitated calcium carbonate on mechanical properties of PVC-U and PVC-U/acrylic blend, *Jurnal Teknologi*, 45(F): 83-93.
- Chao, L. Y., Zheng, Y. L., Wei, Y., Jian, M. F., and Ming, B. Y., 2009. Effect of processing method on morphological and rheological properties of PC/CaCO₃ nanocomposites, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 48(8): 788-793.
- Eiras, D. and Pessan, L.A., 2009. Mechanical properties of polypropylene/calcium carbonate nanocomposites, *Materials Research*, 12(4): 517-522.
- Farzadfar, A. and Khorasani, S. N., 2011. Investigation on mechanical properties of PC/ABS blends in presence of ABS-g-MAH as a compatibilizer, *Polymer Processing Society 2011 Asia/Australia Regional Meeting*, Kish Island.
- Gupta, R. K., and Bhattacharya, S. N., 2008. Polymer-clay nanocomposites: current status and challenges, *Indian Chemical Engineer*, 50(3): 242-267.
- Hassan, A. and Jwu, W. Y., 2005. Mechanical properties of high impact ABS/PC blends – effect of blend ratio, *Polymer Symposium, Kebangsaan Ke-V*, Malaysia.
- Kemal, I. Whittle, A., Burford, R., Vodenitcharova, T., and Hoffman, M., 2009. Toughening of unmodified polyvinylchloride through the addition of nanoparticulate calcium carbonate, *Polymer*, 50: 4066-4079.
- Krache, R. and Debbah, I., 2011. Some mechanical and thermal properties of PC/ABS blends, *Materials Sciences and Applications*, 2: 404-410.
- Mahanta, D., Dayanidhi, S. A., Mohanty, S., and Nayak, S. K., 2012. Mechanical, thermal, and morphological properties of recycled polycarbonate/recycled poly(acrylonitrile-butadiene-styrene) blend nanocomposites, *Polymer Composites*, 33(12): 2114-2124.
- Pueakbuakhao, N., Prissanaroon-Quajai, W., and Kreua-Ongarjnuakool, N., 2008. Effect of coupling agents on mechanical properties and morphology of CaCO₃-filled recycled high density polyethylene, *Journal of Metal, Materials and Minerals*, 18(2): 131-135.
- Wang, W. Y., Wang, G. Q., Zeng, X. F., Shao, L., and Chen, J. F., 2008. Preparation and properties of nano-CaCO₃/acrylonitrile-butadiene-styrene composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 107: 3609-3614.